

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-087150

(43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.Cl. H04L 27/34
H04L 27/38

(21)Application number : 05-229815 (71)Applicant : FUJITSU LTD

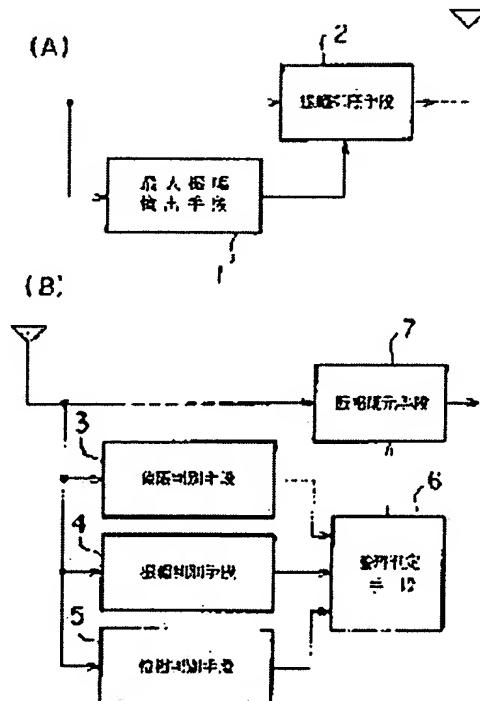
(22)Date of filing : 16.09.1993 (72)Inventor : OGATA ISAO

(54) NONLINEAR 16 QAM MODULATION/DEMODULATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the cost by utilizing the same nonlinear 16 QAM signal as a maximum amplitude with respect to the amplitude of an intermediate amplitude signal.

CONSTITUTION: In the nonlinear 16 QAM modulation system, a maximum amplitude detecting means 1 detects the input of a signal which should have the maximum amplitude in standard 16 QAM. An amplitude suppressing means 2 suppresses the amplitude of this signal to 0.73-fold amplitude based on detection of the input in the means 1. In the nonlinear 16 QAM demodulation system, a quadrant discriminating means 3 discriminates the quadrant of the received nonlinear 16 QAM signal, and an amplitude discriminating means 4 discriminates the amplitude, and a phase discriminating means 5 discriminates the phase. It is discriminated whether the received nonlinear 16 QAM signal should have the maximum amplitude of standard 16 QAM or not based on these discrimination results. An amplitude restoring means 7 receives the affirmative discrimination from a logic discrimination means 6 and extends the amplitude of the reception signal 1.37 times to restore the amplitude of the original maximum amplitude signal. Thus, the system gain is improved by about 1db without changing the power



BEST AVAILABLE COPY

cnsumption of a transmission amplifier, and the cost is reduced.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-87150

(43)公開日 平成7年(1995)3月31日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 4 L 27/34
27/38

識別記号
H 0 4 L 27/ 00
9297-5K
9297-5K

F I

技術表示箇所
E
G

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全17頁)

(21)出願番号

特願平5-229815

(22)出願日

平成5年(1993)9月16日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 小形 康

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 服部 納巣

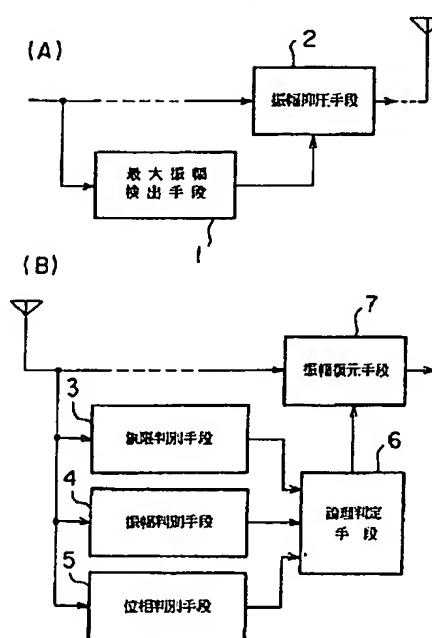
(54)【発明の名称】 非線型16QAM変復調方式

(57)【要約】

【目的】 デジタル無線通信に用いられる非線型16QAM変復調方式に関し、送信増幅器の消費電力を変えずにシステムゲインを高めることを目的とする。

【構成】 変調方式は、標準16QAMにおいて最大振幅になるべき信号の入力を検出する最大振幅検出手段1と、最大振幅検出手段1による前記信号の入力の検出に基づき、前記信号の振幅を0.73倍に抑圧する振幅抑圧手段2とを有する。復調方式は、受信した非線型16QAM信号の象限を判別する象限判別手段3と、前記信号の振幅を判別する振幅判別手段4と、前記信号の位相を判別する位相判別手段5と、これら判別手段3、4、5の各判別結果に基づき、前記受信非線型16QAM信号が、標準16QAMの最大振幅になるべき信号であるか否かを判定する論理判定手段6と、論理判定手段6による肯定の判定を受けて、前記受信非線型16QAM信号の振幅を1.37倍に拡大する振幅復元手段7とを有する。

本発明の原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディジタル無線通信に用いられる非線型16QAM変調方式において、標準16QAMにおいて最大振幅になるべき信号の入力を検出する最大振幅検出手段(1)と、前記最大振幅検出手段(1)による前記信号の入力の検出に基づき、前記信号の振幅を0.73倍に抑圧する振幅抑圧手段(2)と、

を有することを特徴とする非線型16QAM変調方式。

【請求項2】 前記最大振幅検出手段(1)は、ディジタル変調器の前段のD/A変換器の前に設けられることを特徴とする請求項1記載の非線型16QAM変調方式。

【請求項3】 前記振幅抑圧手段(2)は、ディジタル変調器の前段のD/A変換器の入力部に設けられることを特徴とする請求項1記載の非線型16QAM変調方式。

【請求項4】 前記振幅抑圧手段(2)は、D/A変換器とディジタル変調器と間に設けられることを特徴とする請求項1記載の非線型16QAM変調方式。

【請求項5】 前記振幅抑圧手段(2)は、ディジタル変調器の後段に設けられることを特徴とする請求項1記載の非線型16QAM変調方式。

【請求項6】 前記振幅抑圧手段(2)は、電力増幅器の入力部に設けられることを特徴とする請求項1記載の非線型16QAM変調方式。

【請求項7】 ディジタル無線通信に用いられる非線型16QAM復調方式において、

受信した非線型16QAM信号の象限を判別する象限判別手段(3)と、

前記受信非線型16QAM信号の振幅を判別する振幅判別手段(4)と、

前記受信非線型16QAM信号の位相を判別する位相判別手段(5)と、

前記象限判別手段(3)、振幅判別手段(4)、および位相判別手段(5)の各判別結果に基づき、前記受信非線型16QAM信号が、標準16QAMの最大振幅になるべき信号であるか否かを判定する論理判定手段(6)と、

前記論理判定手段(6)による肯定の判定を受けて、前記受信非線型16QAM信号の振幅を1.37倍に拡大する振幅復元手段(7)と、

を有することを特徴とする非線型16QAM復調方式。

【請求項8】 標準16QAM復調器をさらに有し、前記振幅復元手段(7)は、前記標準16QAM復調器の前に設けられてIF信号の振幅を1.37倍に拡大することを特徴とする請求項7記載の非線型16QAM復調方式。

【請求項9】 標準16QAM復調器をさらに有し、前記振幅復元手段(7)は、前記標準16QAM復調器

の後に設けられて復調された信号の振幅を1.37倍に拡大することを特徴とする請求項7記載の非線型16QAM復調方式。

【請求項10】 ディジタル無線通信に用いられる非線型16QAM復調方式において、受信した非線型16QAM信号の象限を判別する象限判別手段と、

前記受信非線型16QAM信号の振幅を判別する振幅判別手段と、

前記受信非線型16QAM信号の位相を判別する位相判別手段と、

前記象限判別手段、振幅判別手段、および位相判別手段の各判別結果に基づき、本来の復調信号を組み立てる論理処理手段と、

を有することを特徴とする非線型16QAM復調方式。

【請求項11】 ディジタル無線通信に用いられる非線型16QAM復調方式において、

標準16QAMにおいて最大振幅になるべき信号の入力を検出する最大振幅検出手段(1)と、前記最大振幅検出手段(1)による前記信号の入力の検出に基づき、前記信号の振幅を0.73倍に抑圧する振幅抑圧手段(2)とを、少なくとも有する非線型16QAM変調方式と、

受信非線型16QAM信号の象限を判別する象限判別手段(3)と、前記受信非線型16QAM信号の振幅を判別する振幅判別手段(4)と、前記受信非線型16QAM信号の位相を判別する位相判別手段(5)と、前記象限判別手段(3)、振幅判別手段(4)、および位相判別手段(5)の各判別結果に基づき、前記受信非線型16QAM信号が、標準16QAMの最大振幅になるべき信号であるか否かを判定する論理判定手段(6)と、前記論理判定手段(6)による肯定の判定を受けて、前記受信非線型16QAM信号の振幅を1.37倍に拡大する振幅復元手段(7)とを、少なくとも有する非線型16QAM復調方式と、

からなる非線型16QAM変復調方式。

【請求項12】 ディジタル無線通信に用いられる非線型16QAM変復調方式において、

標準16QAMにおいて最大振幅になるべき信号の入力を検出する最大振幅検出手段(1)と、前記最大振幅検出手段(1)による前記信号の入力の検出に基づき、前記信号の振幅を0.73倍に抑圧する振幅抑圧手段(2)とを、少なくとも有する非線型16QAM変調方式と、

受信非線型16QAM信号の象限を判別する象限判別手段と、前記受信非線型16QAM信号の振幅を判別する振幅判別手段と、前記受信非線型16QAM信号の位相を判別する位相判別手段と、前記象限判別手段、振幅判別手段、および位相判別手段の各判別結果に基づき、本来の復調信号を組み立てる論理処理手段とを、少なくと

も有する非線型16QAM復調方式と、
からなる非線型16QAM変復調方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、デジタル無線通信に用いられる非線型16QAM変復調方式に関し、特に標準の線型16QAM変復調に対し、送信電力増幅器の消費電力を増やすずにシステムゲインを高めるようにした非線型16QAM変復調方式に関する。

【0002】一般に、受信機の雑音指数を改善したり、増幅器の飽和出力を高める（消費電力が増大する）には高価な代償を必要とする。本発明は、増幅器の消費電力を変えずに、したがって、高価な代償を払わず約1dBのシステムゲイン増加を実現した非線型16QAM変復調方式に関する。

【0003】

【従来の技術】従来の標準16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)の信号配置は図19のようになる。すなわち、最大振幅の信号は点1, 4, 13, 16に示す位置に配置され、最小振幅の信号は点6, 7, 10, 11に示す位置に配置され、そして、中間振幅の信号は点2, 3, 5, 8, 9, 12, 14, 15に示す位置に配置される。最大振幅を1としたときの最小振幅信号間距離a、およびBER (Bit Error Ratio)は下記式(1), (2)でそれぞれ表される。

【0004】

$$a = 2^{1/2} / 3 = 0.4714 \quad \dots \quad (1)$$

$$BER = (5/8) \operatorname{erfc} C/(10N)^{1/2} \quad \dots \quad (2)$$

なお、C/Nは搬送波電力対雑音電力比である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般に、デジタル無線通信では3次歪による符号間干渉を抑制する必要があり、そのためにはナイキスト無歪み条件が満たされる必要がある。

【0006】しかし、送信機の増幅器の入力を増やしていくと、入出力信号の振幅比（利得）、位相ともに直線性を失い、ナイキスト無歪み条件が満たされなくなる。したがって、直線性が保持される範囲内で送信増幅器を使用しなければならず、そうした制約の下でシステムゲインを高めるには、従来、送信増幅機の飽和出力を高めざるを得なかった。しかし、これには送信機の消費電力を増大させてしまうという問題があった。

【0007】なお、システムゲインは、送信機出力電力と、規定誤り率を達成するに必要な最小受信電力との比をdBで表したものである。本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、送信増幅器の消費電力を変えずにシステムゲインを高めることを図った非線型16QAM変復調方式を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】図1は、上記目的を達成

するために成された本発明の原理を説明する図であり、(A)は非線型16QAM変調方式を、(B)は非線型16QAM復調方式を示す。

【0009】非線型16QAM変調方式は、標準16QAMにおいて最大振幅になるべき信号の入力を検出する最大振幅検出手段1と、最大振幅検出手段1による前記信号の入力の検出に基づき、前記信号の振幅を0.73倍に抑圧する振幅抑圧手段2とを有することを特徴とする。

【0010】非線型16QAM復調方式は、受信した非線型16QAM信号の象限を判別する象限判別手段3と、前記受信非線型16QAM信号の振幅を判別する振幅判別手段4と、前記受信非線型16QAM信号の位相を判別する位相判別手段5と、象限判別手段3、振幅判別手段4、および位相判別手段5の各判別結果に基づき、前記受信非線型16QAM信号が、標準16QAMの最大振幅になるべき信号であるか否かを判定する論理判定手段6と、論理判定手段6による肯定の判定を受け、前記受信非線型16QAM信号の振幅を1.37倍に拡大する振幅復元手段7とを有することを特徴とする。

【0011】また、前記論理判定手段6および振幅復元手段7に代わって、象限判別手段、振幅判別手段、および位相判別手段の各判別結果に基づき、本来の復調信号を組み立てる論理処理手段を有するようにしてもよい。

【0012】さらに、以上のような非線型16QAM変調方式および非線型16QAM復調方式を有した非線型16QAM変復調方式が提供される。

【作用】まず、本発明に係る非線型16QAMの信号配置を図2に示す。すなわち、点1, 4, 13, 16の最大振幅信号は、3次歪による符号間干渉を抑制する必要から固定せざるを得ないため、そのままの位置にする。その代わり、図19で示した点2, 3, 5, 8, 9, 12, 14, 15の中間振幅信号を、最大振幅信号の点1, 4, 13, 16が形成する円周上に配置する。それらの配置位置を新たに点2a, 3a, 5a, 8a, 9a, 12a, 14a, 15aとする。図19で示した点6, 7, 10, 11の最小振幅信号については、それらの最小振幅信号間距離aをb (b/a = 1.1) に若干大きくしてそれらの配置位置を新たに点6a, 7a, 10a, 11aとする。

【0014】以上により、非線型16QAM信号では、最大振幅を1とするととき最小振幅は0.366 (=b/2^{1/2}) となる。中間振幅がなくなり、誤り発生率は大幅に低減できる。また、中間振幅信号を円周上へ配置しても送信増幅器の消費電力は不变である。さらに、最小振幅信号は標準比で若干大きくでき、これはBERの改善に寄与する。

【0015】なお、実際の非線型16QAM変調では、

まず、最大振幅信号（点1, 4, 13, 16に位置する信号）だけを、中間振幅信号（点2, 3, 5, 8, 9, 12, 14, 15に位置する信号）が形成する円周上に一度抑制（振幅を縮小）した後、最小振幅信号（点6, 7, 10, 11に位置する信号）を含めた全部の信号の振幅を、抑制された最大振幅信号が元の最大振幅信号の円周上に位置するまで拡大する。一方、実際の非線型16QAM復調では、最大振幅信号（点1, 4, 13, 16に位置する信号）だけを、標準の16QAMの中間振幅信号に相当する信号（点2a, 3a, 5a, 8a, 9a, 12a, 14a, 15aに位置する信号）から分離して拡大して標準の16QAMに復元する。

【0016】図3は、非線型16QAM変調での最大振幅信号の振幅の抑制比率と非線型16QAM復調での最大振幅信号の振幅の復元比率とを説明する図である。すなわち、図は第I象限だけを示すが、点16に位置する最大振幅信号を、点12, 15に位置する中間振幅信号が形成する円周上に抑制したときの最大振幅信号の位置を16aとし、この円周の半径を1とすると、点0-点16a間距離が1であり、点0-点16間距離が $(1 + 3^{1/2}/2)^{1/2} = 1.366$ となる。

【0017】したがって、点16に位置する最大振幅信号の振幅を1.366の逆数（0.732）倍すれば、点16aに位置する最大振幅信号の振幅が得られる。逆に、点16aに位置する最大振幅信号の振幅を1.366倍すれば、点16に位置する最大振幅信号の振幅が得られることになる。

【0018】こうした点に着目して、図1に示す非線型16QAM変調方式においては、最大振幅検出手段1が、標準16QAMにおいて最大振幅になるべき信号の入力を検出する。振幅抑圧手段2は、最大振幅検出手段1による前記信号の入力の検出に基づき、前記最大振幅になるべき信号の振幅を0.73倍に抑圧する。

【0019】一方、非線型16QAM復調方式では、受信した非線型16QAM信号に対し、象限判別手段3が象限を判別し、振幅判別手段4が振幅を判別し、位相判別手段5が位相を判別する。これら各判別手段の各判別結果に基づき、前記受信した非線型16QAM信号が、標準16QAMの最大振幅になるべき信号であるか否かを判定する。振幅復元手段7は、論理判定手段6から肯定の判定を受けて、前記受信した非線型16QAM信号の振幅を1.37倍に拡大して元の最大振幅信号の振幅を復元する。

【0020】なお、論理判定手段6および振幅復元手段7に代わって、論理処理手段を設け、象限判別手段、振幅判別手段、および位相判別手段の各判別結果に基づき、本来の復調信号を組み立てるようにしてもよい。

【0021】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図4は、本発明の第1の実施例のブロック図であ

り、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。

【0022】Ich, Qchの大振幅および小振幅を表す2値データのIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBが、Ich用D/A変換器21、Qch用D/A変換器22へ入力するが、その入力の際に、後述する最大振幅検出器23および振幅調整器24が介在する。すなわち、最大振幅検出器23がIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBを基に最大振幅信号（図19の点1, 4, 13, 16に位置する信号）の入力を検出し、その入力が検出されたとき、振幅調整器24がその最大振幅信号の振幅を0.73倍に縮小する。

【0023】こうした最大振幅信号の振幅に縮小が行われた信号がD/A変換器21, 22へ送られる。その後、低域フィルタ（LF）25, 26、16QAM変調器27、帯域フィルタ（BF）28、送信周波数変換器29、送信電力増幅器30を経て非線型16QAM信号の送信出力がアンテナ（図示せず）から送出される。なお、送信周波数変換器29は、16QAM変調器27が直接変調を行う場合には不要である。

【0024】図5は最大振幅検出器23の内部構成を示すブロック図である。すなわち、最大振幅検出器23は、AND回路23a～23hおよびOR回路23iから構成され、AND回路23a～23dへIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBが入力され、OR回路23iの出力が制御出力として振幅調整器24へ送られる。

【0025】例えば、図19の点1に位置する最大振幅信号が入力した場合、IchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBはそれぞれ、「0, 0, 0, 0」となるから、AND回路23a～23dの出力はそれぞれ、「0, 1, 0, 1」となる。したがって、AND回路23e～23hの出力はそれぞれ、「0, 0, 0, 1」となり、第I象限の最大振幅信号が入力していることが判る。OR回路23iの出力は「1」となり、これを受けて振幅調整器24がこの最大振幅信号の振幅の縮小を行う。

【0026】同様に、例えば、図19の点4に位置する最大振幅信号が入力した場合、IchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBはそれぞれ、「1, 1, 0, 0」となるから、AND回路23a～23dの出力はそれぞれ、「1, 0, 0, 1」となる。したがって、AND回路23e～23hの出力はそれぞれ、「0, 1, 0, 0」となり、第IV象限の最大振幅信号が入力していることが判る。OR回路23iの出力は「1」となり、これを受けて振幅調整器24がこの最大振幅信号の振幅の縮小を行う。

【0027】図19の点13, 16に位置する最大振幅信号がそれぞれ入力した場合、同様にOR回路23iの出力が「1」となり、これを受けて振幅調整器24がこ

7
れらの最大振幅信号の振幅の縮小を行う。なお、図19の点1, 4, 13, 16に位置する最大振幅信号でない信号が入力した場合、OR回路23iの出力は「0」となり、振幅調整器24では振幅の縮小を行わない。

【0028】振幅調整器24は、異なる抵抗値を有する抵抗器を並列接続した回路を備え、最大振幅検出器23から制御出力が送られたときに、入力した最大振幅信号が、高い抵抗値を有する経路を通過するようにさせる。これらの抵抗値を適切に設定することにより、図19の点1, 4, 13, 16に位置する最大振幅信号の振幅だけを0.73倍に抑圧する。

【0029】なお、こうした振幅調整器24をD/A変換器21, 22に内蔵せしるに構成してもよい。図6は、本発明の第2の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。第2の実施例の構成は第1の実施例の構成と基本的には同じであるので、同一構成部分には同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0030】第2の実施例では、振幅調整器31の設置位置が第1の実施例と異なる。すなわち、振幅調整器31が、D/A変換器21, 22と16QAM変調器27との間に設けられる。なお、第2の実施例でも16QAM変調器27の前後には低域フィルタ25および帯域フィルタ28が設けられるが、図示を省略してある。

【0031】振幅調整器31は、最大振幅検出器23から制御出力を送られると、D/A変換器21, 22からの最大振幅信号の振幅に係る出力電圧を0.73倍に抑圧する。

【0032】図7は、本発明の第3の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。第3の実施例の構成は第1の実施例の構成と基本的には同じであるので、同一構成部分には同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0033】第3の実施例では、振幅調整器32の設置位置が第1の実施例と異なる。すなわち、振幅調整器32が、16QAM変調器27と送信周波数変換器29との間に設けられる。なお、第3の実施例でも16QAM変調器27の前後には低域フィルタ25および帯域フィルタ28が設けられるが、図示を省略してある。

【0034】振幅調整器32は、最大振幅検出器23から制御出力を送られると、16QAM変調器27からの最大振幅信号の振幅に係る出力電圧を0.73倍に抑圧する。

【0035】図8は、本発明の第4の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。第4の実施例の構成は第1の実施例の構成と基本的には同じであるので、同一構成部分には同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0036】第4の実施例では、振幅調整器33の設置位置が第1の実施例と異なる。すなわち、振幅調整器3

3が、送信電力増幅器30の入力部に設けられる。なお、第4の実施例でも16QAM変調器27の前後には低域フィルタ25および帯域フィルタ28が設けられるが、図示を省略してある。

【0037】振幅調整器33は、最大振幅検出器23から制御出力を送られると、最大振幅信号の振幅に係る送信電力増幅器30への入力電圧を0.73倍に抑圧する。つぎに、このようにして送出された非線型16QAM信号を受信して復調する非線型16QAM復調方式について説明する。

【0038】図9は、本発明の第5の実施例のブロック図であり、非線型16QAM復調装置を含むデジタル無線受信機を示す。非線型16QAM信号を受信すると、後に詳述する最大振幅検出器34によって、図2に示す点1, 2a, 3a, 4, 5a, 8a, 9a, 12a, 13, 14a, 15a, 16に位置する大振幅信号の中から、最大振幅信号になるべき点1, 4, 13, 16の信号を検出する。一方、入力した非線型16QAM信号は遅延回路35を経て振幅調整器36へ送られる。

【0039】振幅調整器36は、最大振幅検出器34から、最大振幅信号になるべき点1, 4, 13, 16の信号のいずれかが入力したことを知らされると、その信号の振幅だけを1.37倍に拡大し、これによって線型の16QAM信号を復元する。この復元された信号が標準16QAM復調器37およびA/D変換器38を経てIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBとして出力される。

【0040】次に、最大振幅検出器34について説明する。図10は最大振幅検出器34の原理を説明する図である。すなわち、非線型16QAM信号の復調に、標準の16QAM復調器をそのまま用いたのでは符号誤り率を改善できない。符号誤り率を改善するためには、本来の最大振幅信号を検出して元の振幅に復元する必要がある。本来の最大振幅信号を検出するには、受信した非線型16QAM信号に対して象限判定(象限判定部34a)、位相判定(位相判定部34b)、振幅判定(振幅判定部34c)を行い、これらの各判定結果に基づき論理処理部34dで最大振幅信号になるべき点1, 4, 13, 16の信号を検出する。

【0041】つまり、例えば、象限判定部34aにおいて第I象限と判定されれば、入力した信号は図2の点1, 2a, 12a, 15a, 16のいずれかに位置する信号であり、さらに、位相判定部34bにおいて45度の位相であると判定されれば、入力信号は点11a, 16のいずれかに位置する信号に限定され、一方、振幅判定部34cにおいて大振幅であると判定されれば、入力信号は点12a, 15a, 16のいずれかに位置する信号に

限定される。したがって、論理処理部34dにより入力信号は点16に位置する信号と特定される。

【0042】図11は最大振幅検出器34の具体的構成を示すブロック図である。すなわち、非線型16QAM信号が16QAM復調器41へ入力し、16QAM復調器41からIchMSB, QchMSBが出力される。これらのIchMSB, QchMSBが論理処理部47へ象限判定情報として送られ、論理処理部47で象限判定が行われる。また、16QAM復調器41には振幅判定部42、奇象限位相判定部43、偶象限位相判定部44が接続され、そのうちの振幅判定部42の出力はそのまま論理処理部47へ、奇象限位相判定部43、偶象限位相判定部44の各出力はA/D変換部45、46を経て論理処理部47へ接続される。

【0043】これら各部の具体的構成を以下に説明する。図12は振幅判定部42の具体的な構成を説明する図であり、(A)は構成を、(B)は識別方法を、(C)は基準値を示す。

【0044】非線型16QAM信号の標準の16QAM復調器41への入力を取り出し、それを整流・平滑部42aで処理し、(B)に示すような出力値を得るようにする。すなわち、(B)に示す波形51は、(C)に示す点1, 2a, 3a, 4, 5a, 8a, 9a, 12a, 13, 14a, 15a, 16に位置する大振幅信号が入力したときの出力値であり、または(B)に示す波形52は、点6a, 7a, 10a, 11aに位置する小振幅信号が入力したときの出力値である。波形51の振幅を1としたとき波形52の振幅は0.366になる。

(A)に戻って、振幅識別部42bで、整流・平滑部42aからの出力値をサンプリングして基準値0.683と比較し、入力した非線型16QAM信号が大振幅信号であるか、小振幅信号であるかを識別する。基準値0.683は(B)に点線で示すレベルであり、また、(C)に示す点線の円に相当し、したがって、確実に入力信号の大小振幅識別ができる。

【0045】図13, 14は奇象限位相判定部43、偶象限位相判定部44の具体的な構成を説明する図であり、図13の(A)はそれらの構成を、(B)は位相検出用基準キャリアを示す。図14の(A)は奇象限での信号を、(B)は位相検出結果を示す。

【0046】標準の16QAM復調器41で復調されたIch, Qch信号を基に、基準キャリア再生回路53は、Ich用復調用基準キャリアおよびQch用復調用基準キャリアを作成し16QAM復調器41へ戻すとともに、Ich用基準キャリアおよびQch用基準キャリアを45度回転して、奇(I, III)象限位相検出用基準キャリア54および偶(II, IV)象限位相検出用基準キャリア55を作成し、位相検出器56へ出力する。位相検出器56は、これらの位相検出用基準キャリア54, 55で非線型16QAM信号を位相検波して最大振幅信号が

位置すべき位相上にある信号を識別する。

【0047】位相検出器56の動作を図14を参照して説明する。すなわち、位相検出器56が、例えば、奇(I, III)象限位相検出用基準キャリア54で非線型16QAM信号を位相検波したとすると、第I, III象限には(A)に示す8つの信号が存在するが、そのうち、点1, 6a, 11a, 16に位置する信号が位相検出器56へ入力している場合だけ位相検出器56の出力は0Vとなる。これにより、最大振幅信号がとる位相上にある信号が検出できる。

【0048】図15(A)は振幅判定部42の他の構成例を示すブロック図であり、図15(B)は論理処理部47で行われる象限判定を説明する図である。非線型16QAM信号が標準の16QAM復調器57で復調され、A/D変換器58を経てIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBとして出力される。そのうちのIchMSB, QchMSBが論理処理部47へ象限判定情報として送られる。論理処理部47では、(B)に示すように、(1, 1)が入力されれば、入力した非線型16QAM信号は第I象限にあると判断し、(0, 1)が入力されれば、入力した非線型16QAM信号は第II象限にあると判断し、(0, 0)が入力されれば、入力した非線型16QAM信号は第III象限にあると判断し、(1, 0)が入力されれば、入力した非線型16QAM信号は第IV象限にあると判断する。

【0049】また、IchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBがOR回路59またはNAND回路60へ入力する。入力した非線型16QAM信号が大振幅信号であれば、OR回路59あるいはNAND回路60が「1」を出力し、小振幅信号であれば、「0」を出力する。これにより、振幅判定ができる。

【0050】図16は、本発明の第6の実施例のブロック図である。第6の実施例の構成は、第5の実施例の構成と基本的に同一であるが、ただし、振幅調整器61が標準16QAM復調器37とA/D変換器38との間に設けられる点だけが第5の実施例と異なっている。振幅調整器61は、最大振幅検出器34から、最大振幅信号になるべき点1, 4, 13, 16の信号のいずれかが入力したことを知らされると、その信号の振幅だけを1.37倍に拡大し、これによって線型のIch, Qch信号を復元する。

【0051】図17は本発明の第7の実施例のブロック図である。第7の実施例は、第5の実施例や第6の実施例のように最大振幅信号になるべき点1, 4, 13, 16の信号の振幅を1.37倍に拡大することは行わず、論理処理によって、直接、標準のIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBを復元してしまう装置である。

【0052】すなわち、非線型16QAM信号は位相判定部63, 64、および16QAM復調器67へ入力さ

れる。16QAM復調器67は復調信号を振幅判定部62へ出力し、また基準キャリアを位相判定部63, 64へ出力し、さらに象限判定情報を論理処理部68へ出力する。位相判定部63, 64の各出力はA/D変換器65, 66を経て論理処理部68へ送られ、また論理処理部68には振幅判定部62の出力と、16QAM復調器67からの象限判定情報とが送られる。論理処理部68は標準のIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBを出力する。なお、振幅判定部62へは、図に点線で示すように、非線型16QAM信号を直接加え、IF入力による振幅判定を行うようにしてもらよい。

【0053】振幅判定部62、位相判定部63、位相判定部64、16QAM復調器67、A/D変換器65, 66は、図11に示す振幅判定部42、奇象限位相判定部43、偶象限位相判定部44、16QAM復調器41、A/D変換器45, 46とそれぞれ対応して同じ機能を備えている。

【0054】論理処理部68は、振幅判定部62、位相判定部63, 64、16QAM復調器67からの判定情報に基づき、図2に示す各信号を特定し、その上で、図2に示す各信号と図19に示す各信号との対応付けテーブルを参照して標準のIchMSB, IchLSB, QchMSB, QchLSBを出力する。

【0055】以上のように、図2に示すような非線型16QAM信号を利用することにより、送信増幅器の消費電力を変えずにシステムゲインを約1dB改善することが可能となる。

【0056】すなわち、前述のように最小振幅信号間距離が標準16QAM信号ではa、非線型16QAM信号ではbであり、b/aが1.1になっている。一方、C/N改善量は20log(b/a)と表される。したがって、非線型16QAMにおけるC/N改善量は0.81dBとなる。

【0057】ところで、非線型16QAMでのBERは下記式(3)で表せる。

$$BER = (5/12) \operatorname{erfc} C/(8.3N)^{1/2} \dots (3)$$

ここで、BER 10⁻⁶点でのC/Nを、式(3)のBERに10⁻⁶を代入して求めると、

$$C/N = 19.6554 \text{ dB} \dots (4)$$

また、式(3)の係数(5/12)を3/2(=誤り低減係数32/48)倍し、式(3)のBERに10⁻⁶を代入してC/Nを求める。

$$C/N = 19.8025 \text{ dB} \dots (5)$$

式(4), (5)で示される値の差0.1471dBは、係数変化によるBER 10⁻⁶点での等価C/N改善量である。

【0058】したがって、システムゲインの増加は、0.81dBと0.1471dBとの和0.96dB、すなわち約1dBとなる。システムゲイン約1dBの改善は送信機出力の1dB増や受信機の雑音指数の1dB

減と等価な効果である。

【0059】図18は、式(3)および前述の式(2)をグラフ化したものであり、式(3)が図の非線形16QAMに対応し、式(2)が図の線形16QAMに対応する。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、中間振幅信号の振幅を最大振幅信号の振幅と同じにした非線型16QAM信号を利用することにより、送信増幅器の消費電力を変えずにシステムゲインを約1dB改善することが可能となる。これは、送信機出力が1dB増加したことや受信機の雑音指数が1dB減少したことによると、装置コストの低下に寄与すること甚大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明に係る非線型16QAM信号の配置図である。

【図3】非線型16QAM変調での最大振幅信号の振幅の抑制比率と非線型16QAM復調での最大振幅信号の振幅の復元比率とを説明する図である。

【図4】本発明の第1の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。

【図5】最大振幅検出器の内部構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の第2の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。

【図7】本発明の第3の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。

【図8】本発明の第4の実施例のブロック図であり、非線型16QAM変調装置を含むデジタル無線送信機を示す。

【図9】本発明の第5の実施例のブロック図であり、非線型16QAM復調装置を含むデジタル無線受信機を示す。

【図10】最大振幅検出器の原理を説明する図である。

【図11】最大振幅検出器の具体的構成を示すブロック図である。

【図12】振幅判定部の具体的な構成を説明する図である。

【図13】奇象限位相判定部、偶象限位相判定部の具体的な構成を説明する図である。

【図14】奇象限位相判定部、偶象限位相判定部の具体的な構成を説明する図である。

【図15】振幅判定部の他の構成例を説明する図である。

【図16】本発明の第6の実施例のブロック図であり、非線型16QAM復調装置を含むデジタル無線受信機

を示す。

【図17】本発明の第7の実施例のブロック図であり、非線型16QAM復調装置を含むデジタル無線受信機を示す。

【図18】BERとC/Nとの関係を示すグラフである。

【図19】従来の標準16QAMの信号配置図である。

【符号の説明】

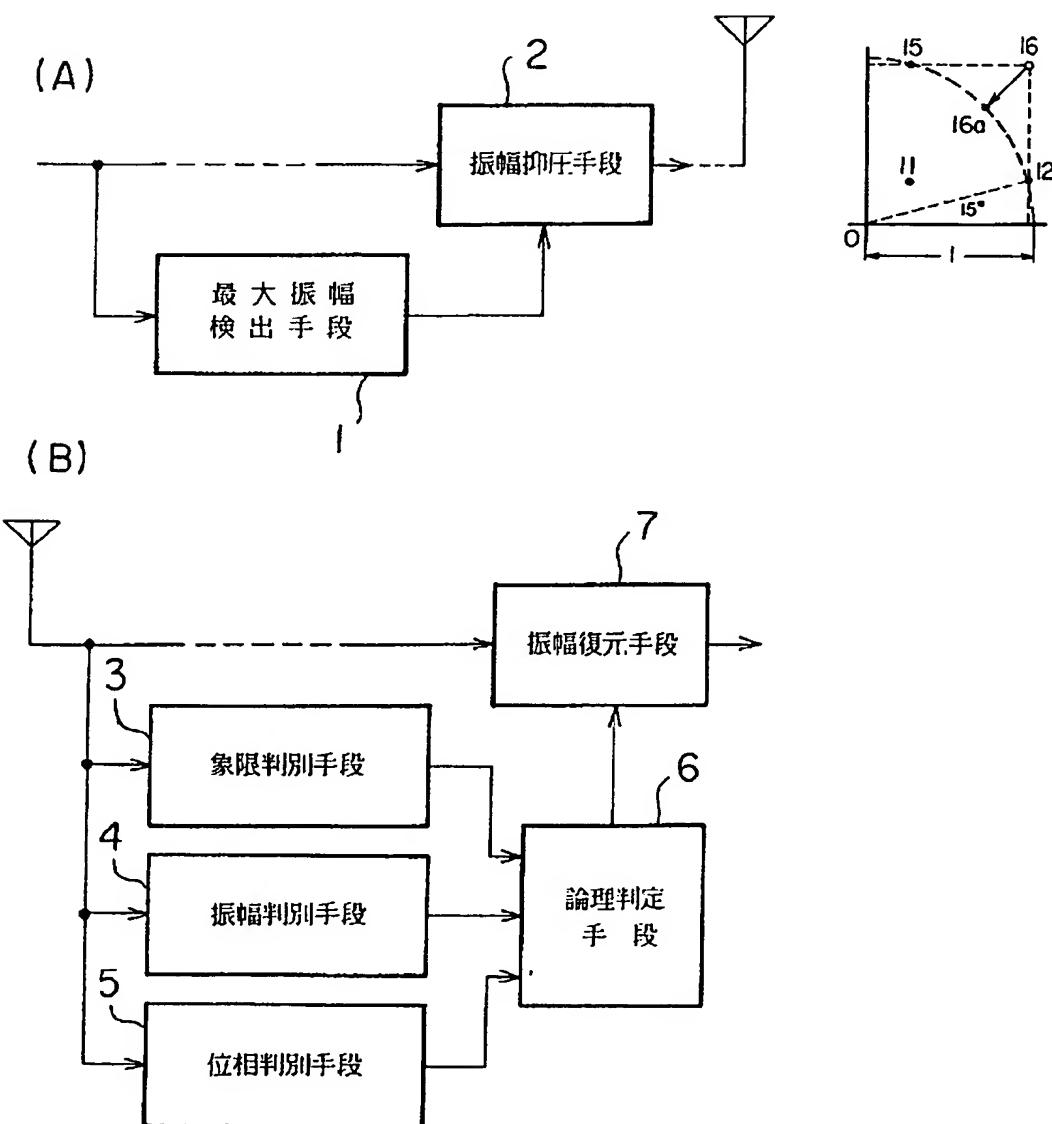
- 1 最大振幅検出手段
- 2 振幅抑圧手段
- 3 象限判別手段
- 4 振幅判別手段
- 5 位相判別手段
- 6 論理判定手段
- 7 振幅復元手段

【図1】

本発明の原理説明図

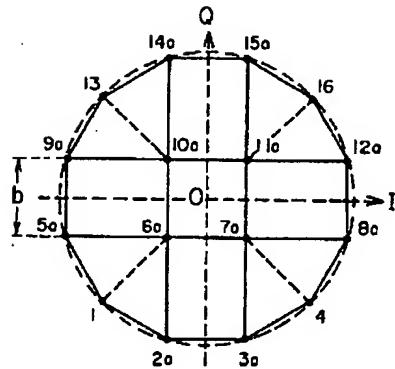
【図3】

抑制比率及び復元比率を説明する図



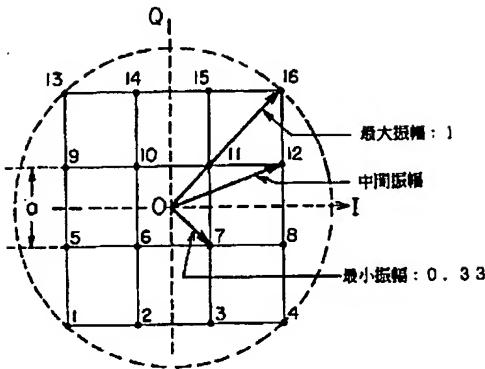
【図2】

非線型16QAM信号の配図図



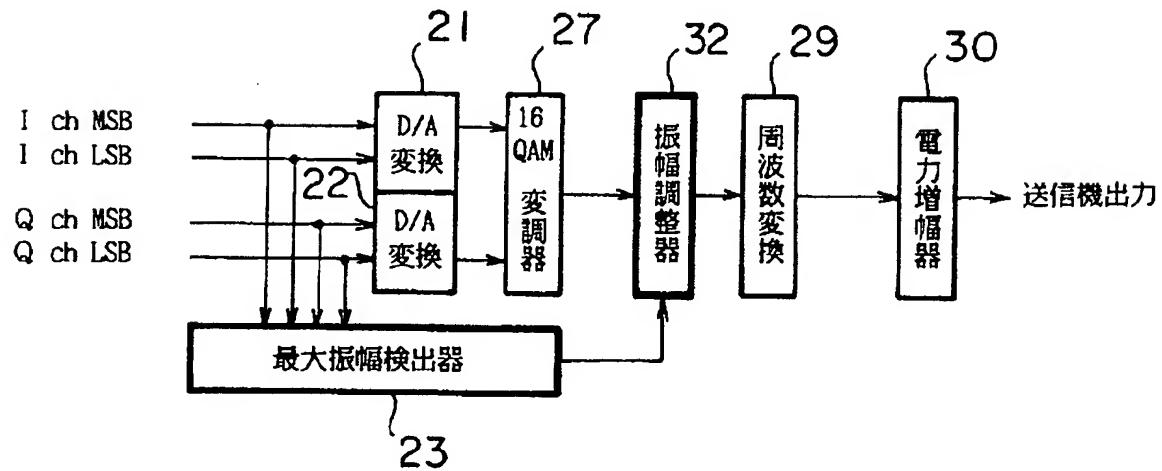
【図19】

従来の標準16QAM信号配図図

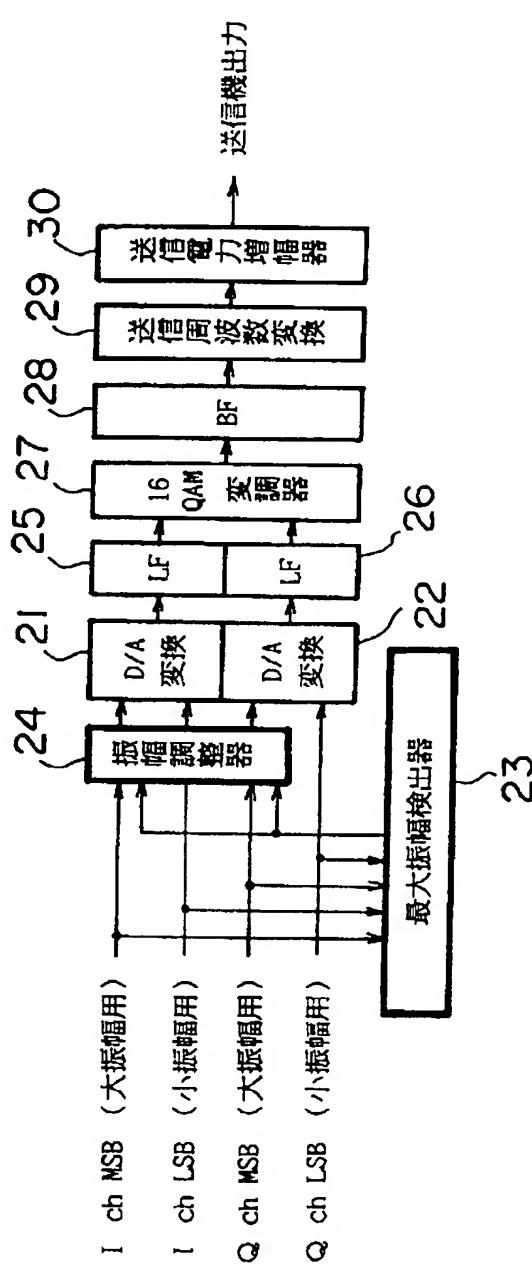


【図7】

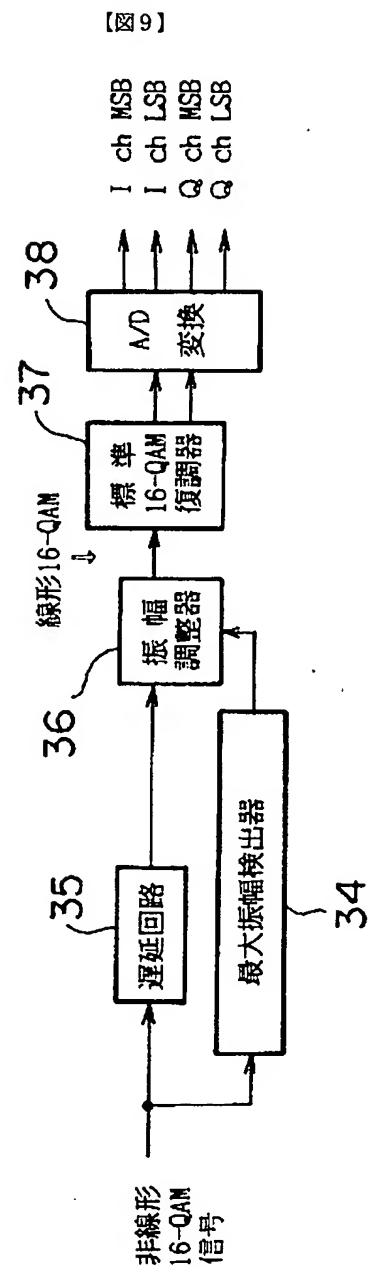
第3の実施例のブロック図



第1の実施例のブロック図

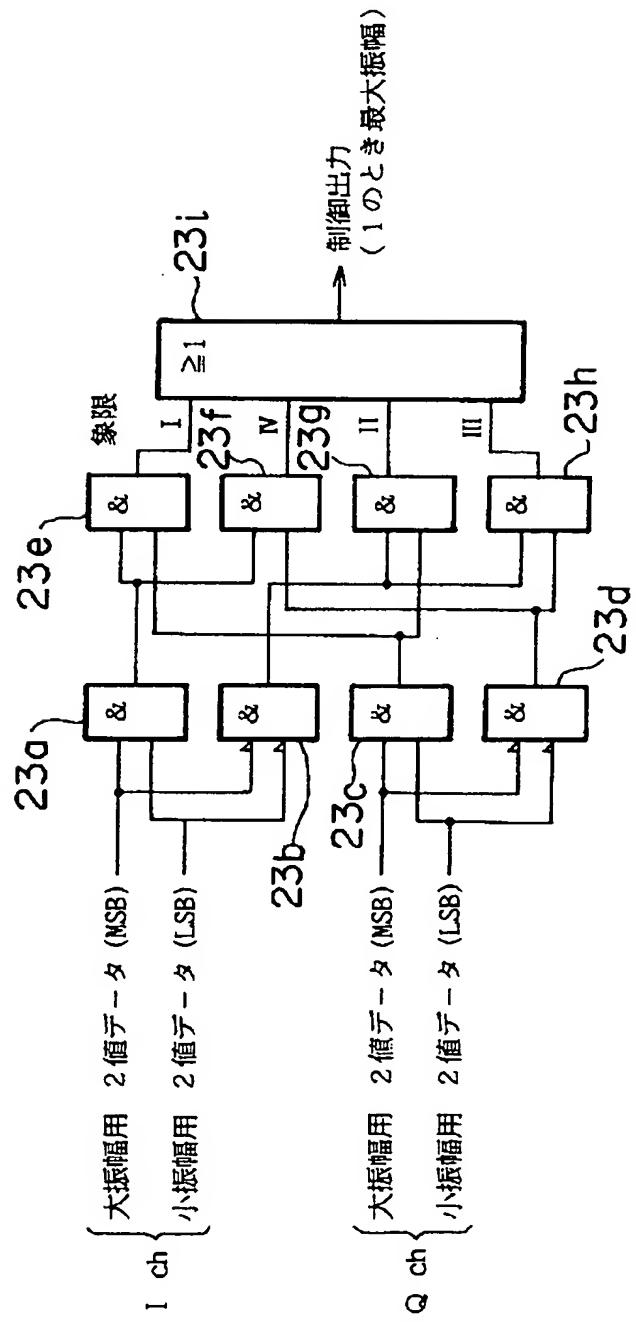


第5の実施例のブロック図

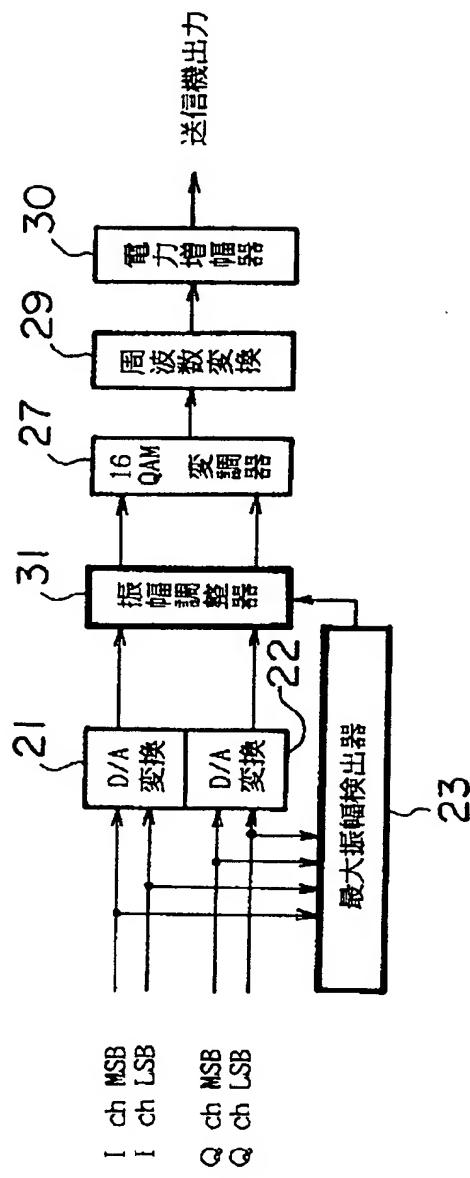


[図5]

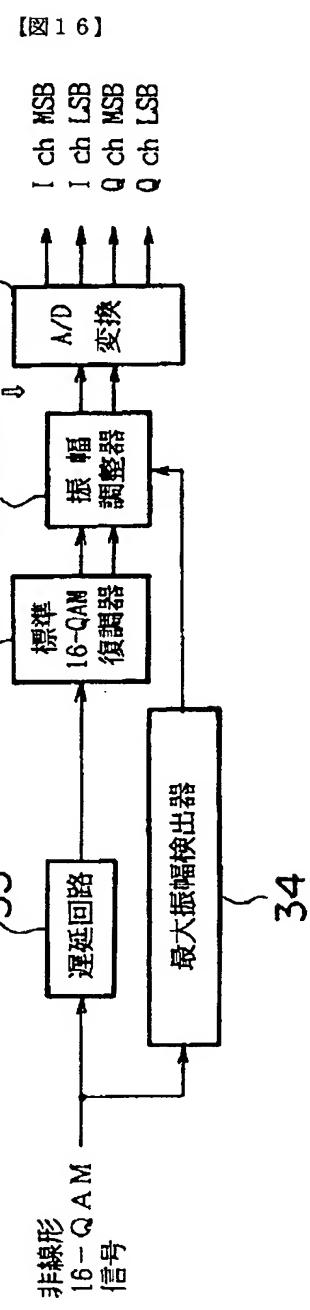
最大振幅検出器のブロック図



第 2 の実施例のプロック図

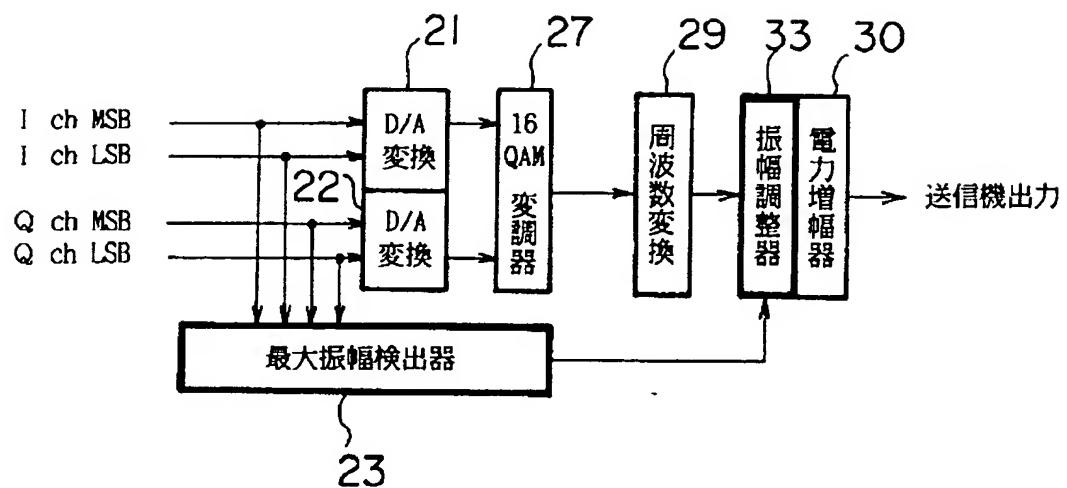


第 6 の実施例のプロック図



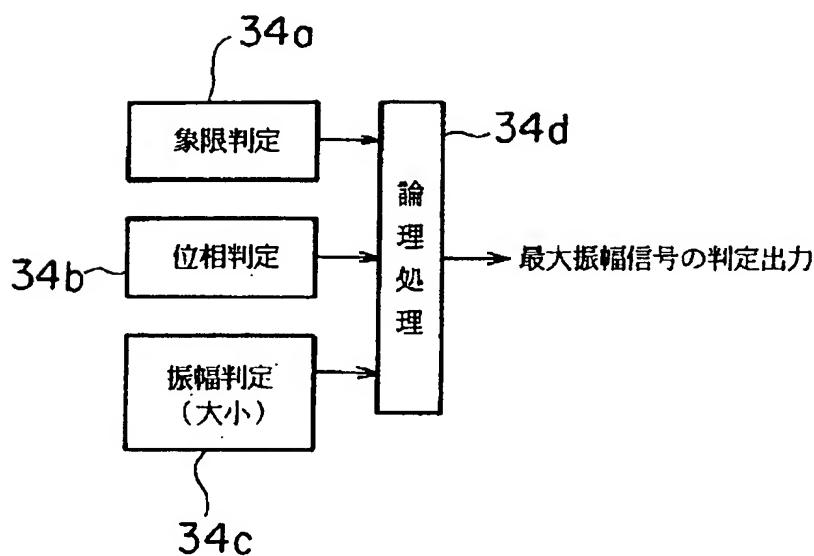
【図8】

第4の実施例のブロック図



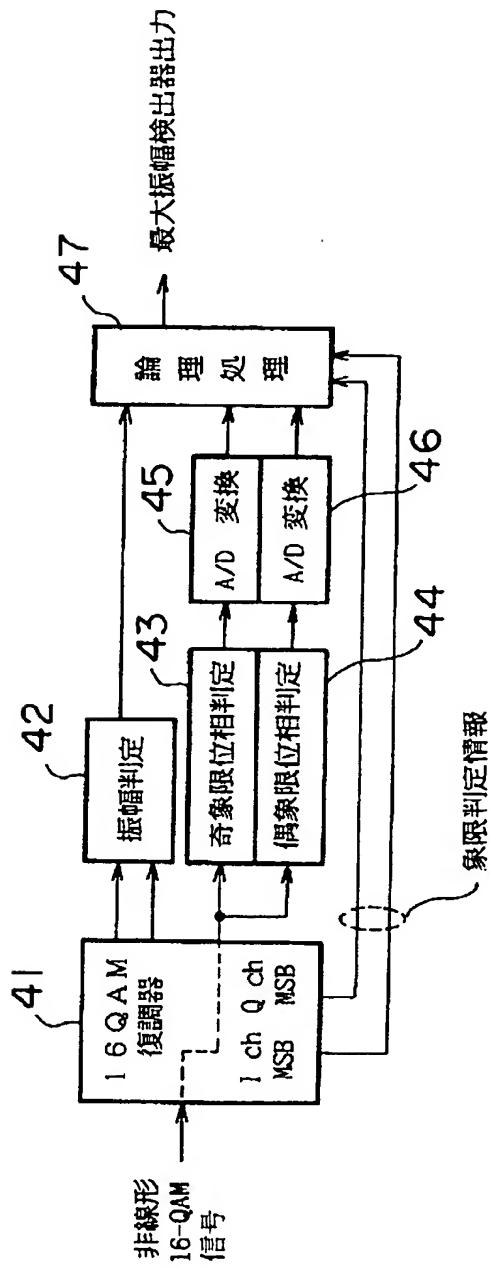
【図10】

最大振幅検出器の原理説明図



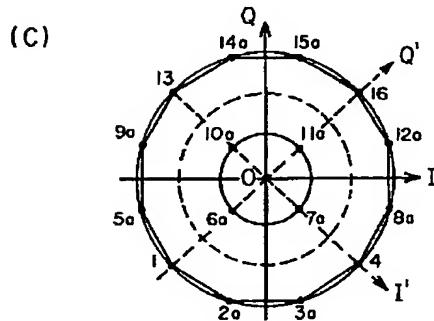
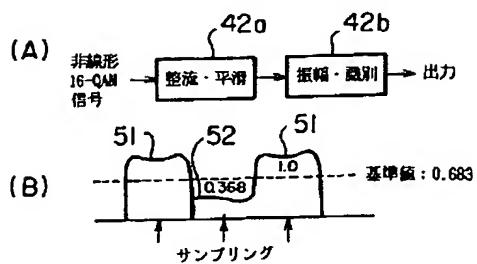
[図11]

最大振幅検出器の具体的構成図



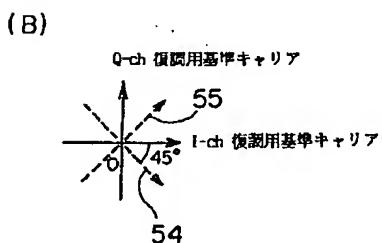
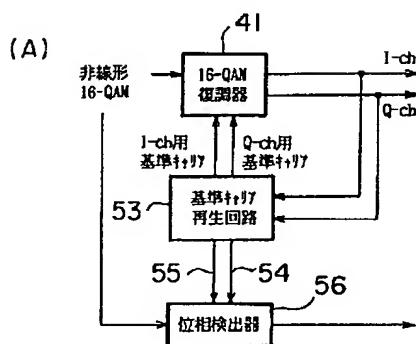
【図12】

振幅判定部の構成説明図



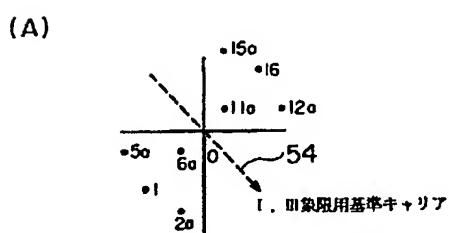
【図13】

位相判定部の構成説明図

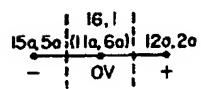


【図14】

位相判定部の構成説明図

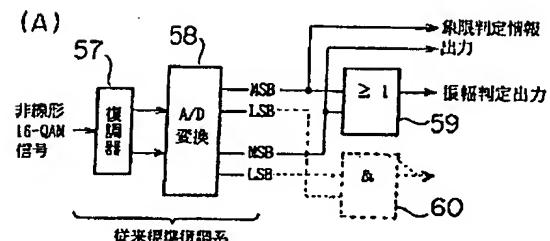


(B)



【図15】

振幅判定部の構成説明図

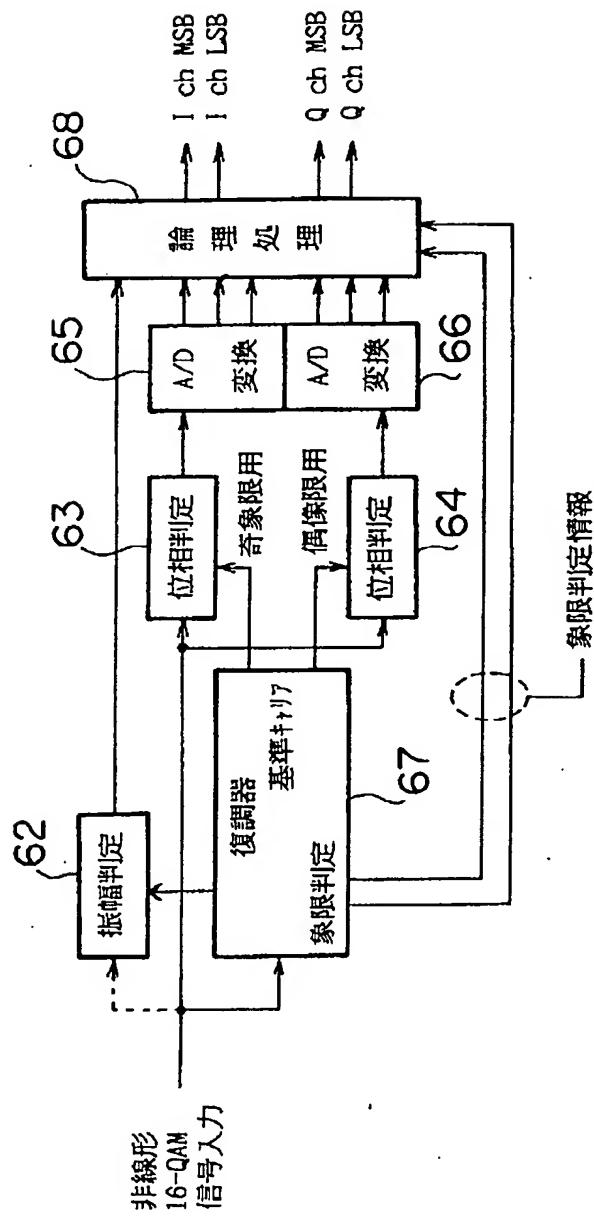


(B)

(I-ch, Q-ch) 象限情報	
I 象限	(+, +) \Rightarrow (1, 1)
II 象限	(-, +) \Rightarrow (0, 1)
III 象限	(-, -) \Rightarrow (0, 0)
IV 象限	(+, -) \Rightarrow (1, 0)

[図17]

第7の実施例のプロック図



【図18】

BBRとC/Nとの関係グラフ

